

## SICAK SU HAZIRLAYICISI (BOYLER)

Sıcak su hazırlayıcısı ; sıcak su , kaynar su veya buhardan faydalanarak sıcak su hazırlayan cihazdır.Bu cihazlar soğuk ve sıcak ortamların akış yönlerine , cidar sayısına ve sıcak ortamın cinsine göre sınıflandırılırlar.

### 1.Soğuk ve sıcak ortamın akış yönlerine göre:

- Paralel akışlı : Cihazda sıcak ve soğuk ortamın aynı yönde hareket etmesidir.
- Ters akışlı : Cihazda sıcak ve soğuk ortamın birbirine ters yönde hareket etmesidir.
- Çapraz akışlı : Sıcak ve soğuk akışkanın birbirine yaklaşık olarak dikey yönlerde hareket ettiği cihazdır.
- Ters ve çapraz akışlı : Her iki akışı da içeren cihazdır.

### 2.Cidar sayısına göre:

- Çift cidarlı (Gömlekleli): Cihaz gövdesi iki cidarlı olup cidarlar arasından sıcak ortamın geçirildiği cihazdır.
- Tek cidarlı : Cihaz gövdesi tek cidarlı olup içine yerleştirilen ısıtıcıdan (Boru demeti –serpantin) sıcak ortamın geçirildiği cihazdır.

### 3.Sıcak ortamın cinsine göre:

- Sıcak su ile ısıtılan ;
- Kaynar su ile ısıtılan ;
- Buhar ile ısıtılan ;

## TANIMLAR

- **Sıcak ortam** : Soğuk suyu ısıtmak için kullanılan ısıtıcı akışkandır. (Sıcak su , kaynar su , buhar)
- **Soğuk ortam** : Sıcak ortam tarafından ısıtılan akışkandır.
- **İşletme basıncı** : Soğuk ortamın cihaza giriş yerindeki basınçtır.
- **Cihaz gövdesi (Tank)** : İçinde soğuk ortamın bulunduğu silindirik şekilli kaptır.

- **Isıtma ceketi(Gömlek) :** Çift cidarlı cihazlarda , cidarlar arasında kalan ve içinden sıcak ortam geçen hacimdir.
- **Isıtma yüzeyi :** Çift cidarlı cihazlarda , cihaz gövdesinin sıcak ortam ile temas ettiği ; tek cidarlı cihazlarda , ısıtıcının (Boru demetinin) sıcak ortam ile temas ettiği yüzeydir.
- **Anma hacmi :** Cihaz gövdesi iç hacmidir.

## Sıcak Su Hazırlayıcı Tipleri

### A.Çift cidarlı cihazlar yapılarına göre üç tiptir ;

- 1.) Sabit kapaklı , çift cidarlı cihaz.
- 2.) Sökülebilir bombeli kapaklı , çift cidarlı cihaz.
- 3.) Boyunlu , bombeli kapaklı , çift cidarlı cihaz.

### B.Tek cidarlı cihazlar yapılarına göre iki tiptir ;

- 1.) Sökülebilir bombeli kapaklı , tek cidarlı cihaz.
- 2.) Boyunlu bombeli kapaklı , tek cidarlı cihaz.

\*Ayrıca cihazlar işletme basıncına göre 1 MPa (10 bar) olmak üzere tek tiptir.

### MALZEME:

TSE 736'nın kapsamına giren boylerlerin bütün parçalarının (Cihaz gövdesi , kapaklar , flanşlar , bilezikler vb.) imalinde çelik malzeme kullanılmalıdır.

Cihazın imalinde kullanılacak çelik malzemenin mekanik özellikleri (Çekme ve akma mukavemeti ile kopma uzaması) en az TS 2162 Fe 37 için belirtilenlere uygun olmalıdır.

Isıtıcı boruları ; sade karbonlu veya alaşımlı çelikten , bakırdan , alüminyumdan veya bunların alaşımlarından imal edilmiş olmalıdır.

Contalar ; bakır , bakır alaşımları veya özel contalık kauçuk malzemeden imal edilmelidir. Vulkanize edilmemiş kauçuk , conta olarak kullanılmamalıdır. Cihazın imalinde kullanılan saplama , civata ve somunların yüzeyleri düzgün ve temiz almalı ; üzerlerinde çapak , pürüz , bere , karıncalanma , tufal , katmer , vb. kusurlar bulunmamalıdır.

## 2000 lt/h lik Cidarlı Boyunlu Serpantinli Boyler

### Serpantin Hesabı:

- Soğuk su girişi :  $t_1 = 10^\circ\text{C}$
- Sıcak su girişi :  $t_2 = 50^\circ\text{C}$
- Isıtıcı su girişi :  $T_1 = 90^\circ\text{C}$
- Isıtıcı su çıkışı :  $T_2 = 70^\circ\text{C}$
- Kullanılacak boru = 1" (di/dd = 27,2/33,7)
- Çelik boru TS 301/2 olup  $k_{\text{boru}} = 36,4 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

### **Boru dışında ;**

$$t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 50^\circ\text{C}$$

$$t_m = \frac{10+50}{2} = 30^\circ\text{C} \Rightarrow 30+273,15 = 303,15^\circ\text{K} \text{ 'deki suyun özellikleri ;}$$

$$\rho = 995,03 \text{ kg/m}^3$$

$$c_p = 4178 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

(Osman Genceli sayfa 286 ,  
tablo B.3)

$$Q = \dot{m} * c_p * (t_2 - t_1)$$

$$Q = \left( 2000 * \frac{10^{-3}}{3600} * 995,03 \right) * 4178 * (50 - 10)$$

$$Q = 92383 \text{ W}$$

### **Boru içinde ;**

$$T_1 = 90^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 70^\circ\text{C}$$

$$T_m = \frac{90+70}{2} = 80^\circ\text{C} \Rightarrow 80+273,15 = 353,15^\circ\text{K} \text{ 'deki suyun özellikleri ;}$$

$$\rho = 970,87 \text{ kg/m}^3$$

$$c_p = 4199 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$k = 671 * 10^{-3} \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$\gamma = 3,53 * 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{Pr} = 2,14$$

(Osman Genceli sayfa 286 ,  
tablo B.3)

Isı dengesi gereği  $Q = \dot{m} * c_p * (T_1 - T_2) = 92383 \text{ W}$  olmalıdır.  
Bu denklemden boru içindeki kütleli debiyi bulabiliriz.

$$\dot{m} = \frac{Q}{c_p * (T_1 - T_2)} = \frac{92383}{4199 * (90 - 70)} = 1,10 \text{ kg/s}$$

n=10 adet 'U' boru yerleştirilecektir. Bu durumda ;

$$\dot{m} = \rho * U_m * A_x * n \Rightarrow 1,10 = 970,87 * U_m * \frac{\Pi * (27,2 * 10^{-3})^2}{4} * 10$$

$$U_m = 0,195 \text{ m/s}$$

\*A<sub>x</sub> : Bir boruya ait kesit alanı.

$$\text{Re} = \frac{U_m * d_i}{\gamma} = \frac{0,195 * 27,2 * 10^{-3}}{3,53 * 10^{-7}} = 15025$$

akış türbilanslıdır.

$$\dot{i} > 2300 \Rightarrow \dot{i}$$

Boru ve kanallar için Mc ADAMS ifadesi

$$\text{Nu} = 0,023 * \text{Re}^{0,8} * \text{Pr}^n$$

$$\text{Nu} = 0,023 * 15025^{0,8} * 2,14^{0,3}$$

$$\text{Nu} = 68,95$$

\*Soğuma olduğu için n=0,3 alınır.  
(Osman Genceli sayfa 312 ,  
tablo D.3 )

$$\text{Nu} = \frac{h_i * d_i}{k} \Rightarrow 68,95 = \frac{h_i * 27,2 * 10^{-3}}{671 * 10^{-3}}$$

Boru içi ısı taşınım katsayısı :  $h_i = 1700,86 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

2000 lt/h'lık boylerin hacmi , her an kullanılacak olan su ihtiyacının yanında oldukça büyük olduğundan depo şeklindeki boyler hacmi suyun sıcaklığının ve içerisindeki su miktarının sabit kaldığı düşünülebilir. Bu düşünüş şeklinin sonucu olarakta boru dış ortamı için doğal taşınımından bahsetmek gerekir.

## Boru dışında ;

$$t_{ort} \approx \frac{t_m + T_m}{2} \Rightarrow \frac{30+80}{2} = 55^\circ C \Rightarrow 55 + 273,15 = 328,15^\circ K \text{ ' suyun özellikleri}$$

$$k = 0,65 \text{ W/m}^\circ C$$

$$\gamma = 4,97 * 10^{-7} \text{ m}^2/s$$

$$Pr = 3,15$$

$$\beta = 504 * 10^{-6} \text{ 1/}^\circ C \text{ (Osman Genceli sayfa 286 , tablo B.3)}$$

$$Gr = \frac{g * \beta * d_d^3 * (T_1 - t_2)}{\gamma^2} \Rightarrow \frac{9,81 * 504 * 10^{-6} * (33,7 * 10^{-3})^3 * (90 - 50)}{(4,97 * 10^{-7})^2}$$

$$Gr = 30,64 * 10^6$$

$$Ra_D = Gr_D * Pr \Rightarrow 22,98 * 10^6 * 3,15 = 0,9 * 10^8$$

$$Nu = 0,1 * (Ra_D)^{0,33} \Rightarrow Nu = 0,1 * (0,9 * 10^8)^{0,33}$$

$$Nu = 42,16$$

$$Nu = \frac{h_d * d_d}{k} \Rightarrow 42,16 = \frac{h_d * 33,7 * 10^{-3}}{0,65}$$

Boru dışındaki ısı taşınım katsayısı :  $h_d = 813,17 \text{ W/m}^2 \cdot K$

Toplam tarafa ısı geçiş katsayısı : U

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{\delta_x}{k_{boru}} + \frac{1}{h_d}$$

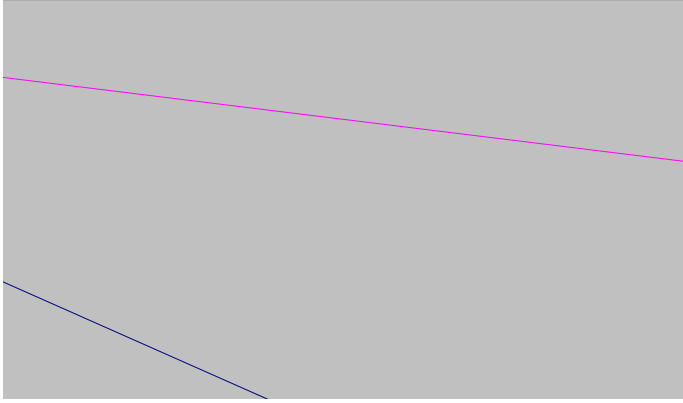
\*  $\delta_x$  : et

kalınlığı

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{1700,86} + \frac{3,25 * 10^{-3}}{36,4} + \frac{1}{813,17}$$

$$U = 524,39 \text{ W/m}^2 \cdot K$$

## k ortalama sıcaklık farkı



$$\Delta T_{m_{\log}} = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}}$$

$$\Delta T_{m_{\log}} = \frac{60 - 40}{\ln \frac{60}{40}} = 49,33 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$N = G \cdot S \cdot n \Rightarrow 2 \cdot 10$$

$$N = 20$$

$$A = \Pi \cdot d_d \cdot L \cdot N \Rightarrow \Pi \cdot 33,7 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot 20$$

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{m_{\log}} \Rightarrow 92383 = 524,39 \cdot (\Pi \cdot 33,7 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot 20) \cdot 49,33$$

$$L = 1,69 \text{ m}$$

\*L : Bir boru uzunluğu

G.S : Geçiş sayısı

$$L_{top} = N \cdot L \Rightarrow 20 \cdot 1,69$$

$$L_{top} = 33,8 \text{ m}$$

$$A = \Pi \cdot d_d \cdot L_{top} \Rightarrow \Pi \cdot 33,7 \cdot 10^{-3} \cdot 33,8$$

$$A = 3,58 \text{ m}^2$$

\*A : Isı transfer yüzey alanı

## Mukavemet Hesapları

### Gövde sac kalınlık hesabı ;

$D = \phi 1000$  (TS 736 dan alınır)

$P_t = 1,5 * P_ç = 15 \text{ kg/cm}^2$  (Tecrübe basıncı)

$P_ç = 10,00 \text{ kg/cm}^2$  (TS 736 dan alınır)

$C = 1 \text{ mm}$  ( $s < 30 \text{ mm}$  için)

$V = 0,8$

$S = 1,5$

$K = 24$  (St 37 çeliği için malzeme mukavemet değeri)

$$S_1 = \frac{P_t * D}{200 * \frac{K}{S} * V + P_t} + C \Rightarrow \frac{15 * 1000}{200 * \frac{24}{1,5} * 0,8 + 15} + 1$$

$$S_1 = 6,825 \text{ mm}$$

TS 736 ya göre 7,5 mm seçildi.

### Bombe sac kalınlık hesabı ;

$$S_2 = \frac{P_t * D}{200 * \frac{K}{S}} + C \Rightarrow \frac{15 * 1000}{200 * \frac{24}{1,5}} + 1$$

$$S_2 = 5,687 \text{ mm bulundu .}$$

TS 736 ya göre 7,5 mm seçildi.